

544, 895

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 2 月 17 日 (17.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/015549 A1

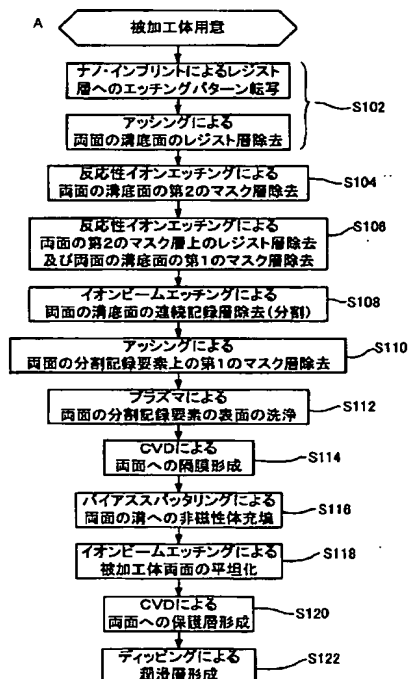
- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G11B 5/84, 5/855  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011085  
(22) 国際出願日: 2004 年 8 月 3 日 (03.08.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-289191 2003 年 8 月 7 日 (07.08.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): TDK  
株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038272  
東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 Tokyo (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 服部 一博 (HAT-  
TORI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日  
本橋一丁目 1 3 番 1 号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).

- 高井 充 (TAKAI, Mitsuru) [JP/JP]; 〒1038272 東京都  
中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 TDK株式会社内  
Tokyo (JP).  
(74) 代理人: 松山 圭佑, 外(MATSUYAMA, Keisuke et al.);  
〒1510053 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 1 2 号  
南新宿ビル Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.  
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可  
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION PROCESS AND PRODUCTION SYSTEM OF MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 磁気記録媒体の製造方法及び製造装置



A...PREPARE WORK PIECE  
S102...TRANSFER ETCHING PATTERN TO RESIST LAYER BY NANO-IMPRINT  
REMOVE RESIST LAYER ON BOTTOM FACE OF GROOVE ON OPPOSITE SIDES BY ASHING  
S104...REMOVE SECOND MASK LAYER ON BOTTOM FACE OF GROOVE ON OPPOSITE SIDES BY REACTIVE ION ETCHING  
S106...REMOVE RESIST LAYER ON SECOND MASK LAYER ON OPPOSITE SIDES AND FIRST MASK LAYER ON BOTTOM FACE OF GROOVE ON OPPOSITE SIDES BY REACTIVE ION ETCHING  
S108...REMOVE (SPLIT) CONTINUOUS RECORDING LAYER ON BOTTOM FACE OF GROOVE ON OPPOSITE SIDES BY ION BEAM ETCHING  
S110...REMOVE FIRST MASK LAYER ON SPLIT RECORDING ELEMENT ON OPPOSITE SIDES BY ASHING  
S112...CLEAN SURFACE OF SPLIT RECORDING ELEMENT ON OPPOSITE SIDES BY PLASMA  
S114...FORM DIAPHRAGM ON OPPOSITE SIDES BY CVD  
S116...FILL GROOVES ON OPPOSITE SIDES WITH NONMAGNETIC BODY BY BIAS SPUTTERING  
S118...FLATTEN OPPOSITE SIDES OF WORK PIECE BY ION BEAM ETCHING  
S120...FORM PROTECTIVE LAYER ON OPPOSITE SIDES BY CVD  
S122...FORM LUBRICANT LAYER BY DIPPING

(57) Abstract: A process and a system for producing a magnetic recording medium having good magnetic characteristics efficiently by suppressing warp of a medium or magnetic deterioration and deviation in the processing shape of a split recording element. Both sides of a work piece (10) are processed simultaneously. Ion beam etching is employed as a method of dry etching a continuous recording layer (20). A resist layer (26) is removed before dry etching the continuous recording layer (20).

[続葉有]

WO 2005/015549 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 媒体の反りや分割記録要素の磁気的な劣化、加工形状のずれを抑制し、良好な磁気特性を有する磁気記録媒体を効率良く製造することができる磁気記録媒体の製造方法及び製造装置を提供する。被加工体10の両面を同時に加工する。又、連続記録層20のドライエッチング手法としてイオンビームエッチングを用いる。レジスト層26を連続記録層20のドライエッチングの前に除去する。

## 明 細 書

### 磁気記録媒体の製造方法及び製造装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、基板両面に分割記録層が形成された磁気記録媒体の製造方法及び製造装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、ハードディスク等の磁気記録媒体は、記録層を構成する磁性粒子の微細化、材料の変更、ヘッド加工の微細化等の改良により著しい面記録密度の向上が図られており、今後も一層の面記録密度の向上が期待されている。尚、磁気記録媒体は一般的に両面に記録層を備えている。
- [0003] しかしながら、ヘッドの加工限界、磁界の広がり起因するサイドフリンジやクロストークなどの問題が顕在化し、従来の改良手法による面記録密度の向上は限界にきているため、一層の面記録密度の向上を実現可能である磁気記録媒体の候補として、連続記録層を多数の分割記録要素に分割してなるディスクリットタイプの磁気記録媒体が提案されている(例えば、特開平9-97419号公報参照)。
- [0004] 連続記録層の微細な分割を実現する加工技術としては、イオンビームエッチング、 $\text{NH}_3$  (アンモニア)ガス等の含窒素ガスが添加されたCO(一酸化炭素)ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチング(例えば、特開平12-322710号公報参照)等のドライエッチングの手法を利用する。
- [0005] 尚、ドライエッチングで用いるマスク層を所定のパターンに加工する手法としてはレジスト層を用いたリソグラフィ等の半導体製造の分野で用いられている手法を利用する。

#### 発明の開示

- [0006] しかしながら、ディスクリットタイプの磁気記録媒体のように両面の記録層に加工を施したものは従来存在せず、両面の連続記録層等にドライエッチング等の加工を実際に施したところ磁気記録媒体に反りが発生することがあった。又、連続記録層等の成膜工程で反りが発生することもあった。磁気記録媒体は薄い板状体であるため、ナ

ノオーダーの成膜や加工であっても、それらを施すことで厚さ方向に不均一な応力が生じ、反りが発生すると考えられる。又、ドライエッチングにおいて生じる熱も反りの一因であると考えられる。

- [0007] ヘッド浮上を安定させるためには磁気記録媒体の表面が平坦であることが好ましいが、このような反りのためにヘッド浮上が不安定になることがあった。
- [0008] 又、反応性イオンエッチング等の従来のドライエッチングの手法を用いることで、連続記録層を微細なパターンで多数の分割記録要素に分割することはできても、磁気記録媒体上の部位により分割記録要素の加工精度がばらついたり分割記録要素が過度に加熱されて磁氣的に劣化することがある。更に、分割記録要素の周縁部に沿ってバリのような段部が形成されたり、側面がテーパ形状の分割記録要素が形成され、所望の加工形状と、実際の加工形状と、の間に、一定のずれが生じることがある。このような磁氣的劣化や分割記録要素の加工形状のずれのために、所望の磁気特性が得られないことがあった。
- [0009] 例えば、反応性イオンエッチングは、被加工体の端部近傍でプラズマの分布が不安定となる傾向があり、端部近傍で分割記録要素の加工精度が低くなりやすい傾向がある。
- [0010] 又、磁性材の加工に用いられるCO(一酸化炭素)ガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングは大きなバイアスパワーを要し、被加工体が高温になりやすいため、分割記録要素が過度に加熱されて磁氣的に劣化することがある。
- [0011] 尚、冷却機構を設けることで、分割記録要素の過度の加熱を防止しうるが、製造装置の構造が複雑となり、コスト高であると共に、被加工体の端部近傍でプラズマの分布が不安定となる傾向があるため、温度分布が不均一になりやすく、被加工体の均一な冷却が困難である。
- [0012] 又、磁気記録媒体の量産を図るためには、複数の被加工体を並べて配置し、同時に加工することが望ましいが、冷却機構は一般的にESC(静電チャック)やバイアス印加機構を備えているため、複数の被加工体を並べて配置した場合、このような冷却機構を設けること自体がスペース、加工精度等の事情により困難であり、被加工体の冷却を必要とする反応性イオンエッチングを用いた複数同時処理によるディスクリ

ートタイプの磁気記録媒体の量産が困難であった。

- [0013] これに対し、イオンビームエッチングを用いれば以上の問題を解決しうるが、イオンビームエッチングを用いた場合、分割記録要素の周縁部に沿ってバリのような段部が形成されやすいという問題がある。
- [0014] より詳細に説明すると図21Aに示されるように連続記録層100におけるマスク102から露出した部分をイオンビームエッチングで加工する場合、連続記録層100の除去と、除去された粒子の一部のマスク102の側面102A等への再付着と、が繰返され、再付着物は量が少なければイオンビームで逐次除去されるが、量が多いと図21Bに示されるように一部がマスク102の側面102Aに堆積し、結果的に図21Cに示されるように分割記録要素104の周縁部に段部106が形成されることになる。この現象はドライエッチングの種類を問わず発生しうるが、特にイオンビームエッチングで顕著である。尚、この現象を抑制するために被加工体の表面の法線に対して傾斜した方向からイオンビーム等を照射することにより加工部側面等から再付着物を効率良く除去する手法が知られているが、ディスクリットタイプの磁気記録媒体のようにパターンが微細である場合には有効ではない。
- [0015] 又、ドライエッチングを用いた場合、図22Aに示されるように側面200Aが垂直に近い理想的な形状の分割記録要素200を形成することは困難で、実際には図22Bに示されるように側面200Aがテーパ形状の分割記録要素200が形成されていた。
- [0016] より詳細に説明すると、ドライエッチングでは、一部のガスが被加工体に対して垂直方向から若干傾斜して接近し、エッチング対象領域の端部はマスク202から露出しているにもかかわらず傾斜して接近するガスに対してマスク202の陰となるため、他の部分よりもエッチングの進行が遅れ、分割記録要素200の側面200Aがテーパ形状に加工されると考えられる。
- [0017] 本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであって、媒体の反りや分割記録要素の磁気的な劣化、加工形状のずれを抑制し、良好な磁気特性を有する磁気記録媒体を効率良く製造することができる磁気記録媒体の製造方法及び製造装置を提供することをその課題とする。
- [0018] 本発明は、基板両面に連続記録層が形成された被加工体の両面を同時に加工す

ることにより、被加工体の両面における温度分布、両面の応力のバランスを均一に保ち、被加工体の反りを抑制するものである。

- [0019] 又、本発明は、連続記録層のドライエッチング手法としてイオンビームエッチングを用いることで連続記録層の加工温度を抑制し、被加工体の反り及び分割記録要素の磁氣的劣化を抑制すると共に、被加工体上の部位による連続記録層の加工精度のばらつきを抑制するものである。
- [0020] 又、本発明は、連続記録層を被覆するマスク層上のレジスト層を連続記録層のドライエッチングの前に除去して連続記録層上の被覆要素を薄くすることで、分割記録要素の側面のテーパ角、周縁部の突起の形成を抑制するものである。
- [0021] 尚、連続記録層を被覆するマスク層の材料としては、イオンビームエッチングに対してエッチングレートが低く、それだけ薄く形成できるという点、及び加工形状の制御が比較的容易であるという点でダイヤモンドライクカーボンを用いることが好ましい。
- [0022] ここで、本明細において「ダイヤモンドライクカーボン(以下、「DLC」という)」という用語は、炭素を主成分とし、アモルファス構造であって、ビッカース硬度測定で200〜8000kgf/mm<sup>2</sup>程度の硬さを示す材料という意義で用いることとする。
- [0023] 又、本明細書において、「イオンビームエッチング」という用語は、例えばイオンミリング等の、イオン化したガスを被加工体に照射して除去する加工方法の総称という意義で用いることとし、イオンビームを絞って照射する加工方法に限定しない。
- [0024] 更に、本明細において「磁気記録媒体」という用語は、情報の記録、読み取りに磁気のみを用いるハードディスク、フロッピー(登録商標)ディスク、磁気テープ等に限定されず、磁気と光を併用するMO(Magneto Optical)等の光磁気記録媒体、磁気と熱を併用する熱アシスト型の記録媒体も含む意義で用いることとする。
- [0025] 即ち、次のような本発明により、上記課題の解決を図ったものである。
- [0026] (1) 基板両面に連続記録層が形成された被加工体を加工し、多数の分割記録要素で構成された分割記録層を前記基板両面に形成する磁気記録媒体の製造方法であって、前記被加工体の両面を同時に加工する加工工程を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [0027] (2) 前記被加工体は前記基板両面に前記連続記録層、マスク層及びレジスト層を

この順で形成してなる構成として、前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、該レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、該マスク層に基づいて前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、前記多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含み、且つ、前記レジスト層加工工程、前記マスク層加工工程及び前記連続記録層加工工程の少なくとも一の工程が前記被加工体の両面を同時に加工するようにしたことを特徴とする前記(1)の磁気記録媒体の製造方法。

[0028] (3)前記レジスト層加工工程は、インプリント法を用いて前記被加工体の両面の前記レジスト層に前記パターン形状を同時に転写するようにしたことを特徴とする前記(2)の磁気記録媒体の製造方法。

[0029] (4)前記連続記録層加工工程は、イオンビームエッチングを用いて前記被加工体の両面の前記連続記録層を同時に加工するようにしたことを特徴とする前記(2)又は(3)の磁気記録媒体の製造方法。

[0030] (5)前記連続記録層加工工程の前に、前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程を設けたことを特徴とする前記(2)乃至(4)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

[0031] (6)前記マスク層の材料をダイヤモンドライクカーボンとしたことを特徴とする前記(2)乃至(5)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

[0032] (7)前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層を成膜する成膜工程を含み、且つ、該成膜工程は前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層の少なくとも一の層を前記基板の両側に同時に成膜するようにしたことを特徴とする前記(2)乃至(6)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

[0033] (8)複数の前記被加工体を同時に加工するようにしたことを特徴とする前記(1)乃至(7)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

[0034] (9)総ての加工工程が前記被加工体の両面を同時に加工するようにしたことを特徴とする前記(1)乃至(8)のいずれかの磁気記録媒体の製造方法。

[0035] (10)基板両面に連続記録層が形成された被加工体を加工し、多数の分割記録要素で構成された分割記録層を前記基板両面に形成するための磁気記録媒体の製造

装置であって、前記基板両面を同時に加工するための加工装置を備えることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。

[0036] (11)前記基板両面に連続記録層、マスク層及びレジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するためのレジスト層加工装置と、該レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するためのマスク層加工装置と、該マスク層に基づいて前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工装置と、を備え、且つ、前記レジスト層加工装置、前記マスク層加工装置及び前記連続記録層加工装置の少なくとも一の加工装置は、前記被加工体の両面を同時に加工するように構成されたことを特徴とする前記(10)の磁気記録媒体の製造装置。

[0037] (12)前記レジスト層加工装置は、インプリント法により前記被加工体の両面の前記レジスト層に前記パターンを同時に転写するように構成されたプレス装置であることを特徴とする前記(11)の磁気記録媒体の製造装置。

[0038] (13)前記連続記録層加工装置は、イオンビームエッチングにより前記被加工体の両面の前記連続記録層を同時に加工するように構成されたイオンビームエッチング装置であることを特徴とする前記(11)又は(12)の磁気記録媒体の製造装置。

[0039] (14)前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層の少なくとも一の層を前記基板の両側に対称的に同時に成膜するための成膜装置を備えることを特徴とする前記(11)乃至(13)のいずれかの磁気記録媒体の製造装置。

[0040] (15)複数の前記被加工体を保持するためのホルダを備え、複数の前記被加工体の両面を同時に加工可能とされたことを特徴とする前記(10)乃至(14)のいずれかの磁気記録媒体の製造装置。

[0041] (16)総ての加工工程において前記被加工体の両面を同時に加工するように構成されたことを特徴とする前記(10)乃至(15)のいずれかの磁気記録媒体の製造装置。

[0042] 本発明によれば、媒体の反りや分割記録要素の磁気的な劣化、加工形状のずれを抑制し、良好な磁気特性の磁気記録媒体を効率良く確実に製造することが可能となるという優れた効果がもたらされる。



## 図面の簡単な説明

- [0043] [図1]本発明の実施形態に係る磁気記録媒体の加工出発体である被加工体の構造を模式的に示す側断面図
- [図2]同被加工体を加工して得られる磁気記録媒体の構造を模式的に示す側断面図
- [図3]同磁気記録媒体を加工するための製造装置の構造を模式的に示すブロック図
- [図4]同製造装置に備えられたホルダの構造の概略を示す斜視図
- [図5]同ホルダの保持部材の周辺構造を拡大して示す側断面図
- [図6]同製造装置に備えられた反応性イオンエッチング装置の構造を模式的に示す側面図
- [図7]同製造装置に備えられたイオンビームエッチング装置の構造を模式的に示す側面図
- [図8]磁気記録媒体の製造工程を示すフローチャート
- [図9]レジスト層に分割パターンが転写された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図10]溝底面のレジスト層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図11]凹部底面の第2のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図12]溝底面の第1のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図13]分割記録要素が形成された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図14]分割記録要素上から第1のマスク層が除去された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図15]分割記録要素の間に非磁性体が充填された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図
- [図16]分割記録要素及び非磁性体の表面が平坦化された前記被加工体の形状を模式的に示す側断面図

[図17]本発明の実施例の磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真

[図18]同磁気記録ディスク及び比較例1の磁気記録ディスクの端部からの距離と連続記録層のエッチングレートとの関係を示すグラフ

[図19]同磁気記録ディスクのMFM像

[図20]比較例の磁気記録ディスクのMFM像

[図21A]従来のドライエッチングによる分割記録要素の形成過程を模式的に示す側断面図

[図21B]同分割記録要素の周縁部への段部の形成過程を模式的に示す側断面図

[図21C]同分割記録要素の周縁部に段部が形成された状態を模式的に示す側断面図

[図22A]従来のドライエッチングによる側面が垂直な理想的な形状の分割記録要素の形成過程を模式的に示す側断面図

[図22B]従来のドライエッチングによる側面がテーパ形状の分割記録要素の形成過程を模式的に示す側断面図

### 発明を実施するための最良の形態

[0044] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0045] 本実施形態は、磁気記録媒体の加工出発体である図1に示されるような被加工体の両面にドライエッチング等の加工を施し、両面の連続記録層を図2に示されるような所定のラインアンドスペースパターンおよびコンタクトホールを含む所定のサーボパターン(図示省略)の形状に加工して多数の分割記録要素に分割する磁気記録媒体の製造方法に関するものであり、連続記録層の加工手法の他、連続記録層を被覆するマスク層、レジスト層の材料及びその加工方法等に特徴を有している。又、本実施形態は、これら連続記録層の加工手法等を実施し、磁気記録媒体を量産するための磁気記録媒体の製造装置に特徴を有している。他の構成については従来の磁気記録媒体の製造方法、製造装置と同様であるので説明を適宜省略することとする。

[0046] 被加工体10は、中心孔を有する略円板形状(図示省略)であり、図1に示されるように、ガラス基板12の両面に、下地層14、軟磁性層16、配向層18、連続記録層20、

第1のマスク層22、第2のマスク層24、レジスト層26がこの順で厚さ方向に対称的に形成された構造とされている。

[0047] 下地層14の材料はCr(クロム)又はCr合金、軟磁性層16の材料はFe(鉄)合金又はCo(コバルト)合金、配向層18の材料はCoO、MgO、NiO等、連続記録層20の材料はCo(コバルト)合金である。又、第1のマスク層22の材料はDLC、第2のマスク層24の材料はSi(ケイ素)、レジスト層26の材料はネガ型レジスト(NEB22A 住友化学工業株式会社製)である。

[0048] 図2に示されるように、磁気記録媒体30は垂直記録型のディスクリットタイプの磁気ディスクで、両面の前記連続記録層20がトラックの径方向に微細な間隔で多数の分割記録要素31に分割されると共に、分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32が充填され、分割記録要素31及び非磁性体32に保護層34、潤滑層36がこの順で形成された構造とされている。尚、分割記録要素31と非磁性体32の間には隔膜38が形成されている。

[0049] 非磁性体32の材料はSiO<sub>2</sub>(二酸化ケイ素)、保護層34及び隔膜38の材料はいずれも前述のDLCと呼称される硬質炭素膜、潤滑層36の材料はPFPE(パーフロロポリエーテル)である。

[0050] 図3に示されるように、磁気記録媒体の製造装置40は、転写装置42と、アッシング装置44と、反応性イオンエッチング装置46及び48と、イオンビームエッチング装置50と、アッシング装置52と、ドライ洗浄装置54と、隔膜形成装置56と、非磁性体充填装置58と、平坦化装置60と、保護層形成装置62と、潤滑層36を形成するための潤滑層形成装置64と、を備え、これらの各加工装置は被加工体10の両面を同時に加工するように構成されている。

[0051] 又、製造装置40は、アッシング装置44、反応性イオンエッチング装置46、48、イオンビームエッチング装置50、アッシング装置52、ドライ洗浄装置54、隔膜形成装置56、非磁性体充填装置58、平坦化装置60及び保護層形成装置62を収容して被加工体10の周囲を真空状態に保持するための真空保持装置66を備えている。

[0052] 更に、製造装置40は、複数の被加工体10を同時に保持するための図4及び図5に示されるようなホルダ68と、ホルダ68を自動搬送するための図示しない自動搬送装

置と、を備え、複数の被加工体10を同時に加工可能とされている。

- [0053] 転写装置42は、リソグラフィ等で作成された型(図示省略)を被加工体10の両面のレジスト層26に同時にプレスしてレジスト層26にパターンを転写し、溝を形成するためのナノ・インプリント法を用いたプレス装置である。
- [0054] アッシング装置44は、酸素、オゾン又はそれらのガスのプラズマを用いたアッシングによりナノ・インプリント時に残存した溝底面のレジスト層26を除去するように構成されている。
- [0055] 反応性イオンエッチング装置46は、 $\text{CF}_4$  (4フッ化炭素)ガス又は $\text{SF}_6$  (6フッ化硫黄)ガス等のフッ素系ガスを反応性ガスとする反応性イオンエッチングにより被加工体10の両面の溝底面の第2のマスク層24を除去するように構成されている。
- [0056] 具体的には図6に示されるように、反応性イオンエッチング装置46はヘリコン波プラズマ方式であり、拡散チャンバー46Aと、拡散チャンバー46A内にホルダ68を保持するためのステージ電極46Bと、拡散チャンバー46Aの水平方向両側に設けられたプラズマを発生するための石英製ベル・ジャー46Cと、を備えている。
- [0057] ステージ電極46Bは、円板状のホルダ68を外周部において支持し、ホルダ68を略垂直な姿勢で保持するように構成されている。又、ステージ電極46Bにはバイアス電圧を印加するためのバイアス電源46Dが結線されている。尚、バイアス電源は、周波数が1.6MHzの交流電源である。
- [0058] 石英製ベル・ジャー46Cは一端が拡散チャンバー46A内に開口し、該一端近傍には反応ガスを給気するための給気孔46Eが設けられている。又、石英製ベル・ジャー46Cの周囲には、電磁コイル46Fと、アンテナ46Gが配設され、アンテナ46Gにはプラズマ発生電源46Hが結線されている。尚、プラズマ発生電源46Hは、周波数が13.56MHzの交流電源である。
- [0059] 反応性イオンエッチング装置48は、酸素又はオゾンを反応性ガスとする反応性イオンエッチングにより被加工体10の両面の溝以外の領域のレジスト層26を除去すると共に、被加工体10の両面の溝底面の第1のマスク層22を除去するように構成されている。尚、反応性イオンエッチング装置48は上記反応性イオンエッチング装置46に対し、反応ガスの種類が異なるのみで構造は同様である。

- [0060] イオンビームエッチング装置50は、Ar(アルゴン)ガスを用いたイオンビームエッチングにより被加工体10の両面の溝底面の連続記録層20を除去して多数の分割記録要素31に分割するように構成されている。
- [0061] 具体的にはイオンビームエッチング装置50は、図7に示されるように、真空チャンバー50Aと、真空チャンバー50A内にホルダ68を保持するためのステージ50Bと、真空チャンバー50Aの水平方向両側に設けられ、イオンを発生してステージ50Bに照射するためのイオンガン50Cと、イオンガン50Cにアルゴンガスを供給するためのガス供給部50Dと、イオンガン50Cにビーム電圧を印加するための電源50Eと、を備えている。尚、真空チャンバー50Aには、アルゴンガスを排出するための排出孔50Fが設けられている。
- [0062] ステージ50Bは、円板状のホルダ68を外周部において支持し、ホルダ68を略垂直な姿勢で保持するように構成されている。
- [0063] イオンガン50Cは、電源50Eに結線された陽極50Gと、陰極50Hと、を備えている。陰極50Hには多数の微細孔50Jが設けられており、該微細孔50Jからイオン化したアルゴンガスをホルダ68の両面に放出・照射するように構成されている。
- [0064] アッシング装置52は、酸素、オゾン又はそれらのガスのプラズマを用いたアッシングにより被加工体10の両面の分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22を除去するように構成されている。
- [0065] ドライ洗浄装置54は、プラズマを用いて被加工体10の両面の分割記録要素31の周囲の異物を除去するように構成されている。
- [0066] 隔膜形成装置56は、被加工体10の両面の分割記録要素31にDLCの隔膜38をCVD(Chemical Vapor Deposition)により形成するためのCVD装置である。
- [0067] 非磁性体充填装置58は、バイアスパッタリングにより $\text{SiO}_2$ の非磁性体32を被加工体10の両面の分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32を充填するためのバイアスパッタリング装置である。
- [0068] 平坦化装置60は、Arガスを用いたイオンビームエッチングにより媒体両面を平坦化するためのイオンビームエッチング装置である。
- [0069] 保護層形成装置62は、DLCの保護層34をCVD法により被加工体10の両面の分

割記録要素31及び非磁性体32に形成するためのCVD装置である。

[0070] 潤滑層形成装置64は、PFPEの潤滑層36を保護層34にディッピングにより塗布するためのディッピング装置である。

[0071] 真空保持装置66は、真空槽70と、該真空槽70に連通する真空ポンプ72と、を有して構成されている。

[0072] ホルダ68は、略円板形状で被加工体10が保持される複数の円形貫通孔68Aが形成されている。各円形貫通孔68Aの内周には径方向に進退動自在の保持部材68Bが周方向等分の位置に3個設けられており、被加工体10をその外周の3箇所において保持するように構成されている。具体的には、保持部材68Bは、先端にV溝が形成されており、このV溝において被加工体10の外周に当接し、被加工体10を厚さ方向及び径方向に拘束して保持するように構成されている。又、ホルダ68は、導電性を有する材料で構成されており、反応性イオンエッチングにおいて電極として使用可能とされている。

[0073] 次に、図8に示されるフローチャート等を参照して磁気記録媒体の製造装置40の作用について説明する。

[0074] まず、被加工体10を用意する。被加工体10はガラス基板12の両面に、下地層14を30〜2000nmの厚さで、軟磁性層16を50〜300nmの厚さで、配向層18を3〜30nmの厚さで、連続記録層20を5〜30nmの厚さで、第1のマスク層22を3〜20nmの厚さで、第2のマスク層24を3〜15nmの厚さで、この順でスパッタリングにより形成し、更にレジスト層26を30〜300nmの厚さで、スピコート又はディッピングにより形成して得られる。尚、第1のマスク層22は連続記録層20よりも薄く形成することが好ましい。例えば、連続記録層20を20nm程度の厚さに形成した場合、第1のマスク層22を15nm以下の厚さに形成することが好ましい。

[0075] この被加工体10の両面のレジスト層26に転写装置42を用いて、図9に示されるような分割記録要素31の分割パターンに相当する溝をインプリント法により両面同時に転写する。このようにインプリント法を用いることで、分割パターンに相当する溝を被加工体10に効率良く転写することができる。

[0076] 尚、リソグラフィ等により、レジスト層26に分割パターンに相当する溝を転写すること

も可能であるが、インプリント法を用いることで両面のレジスト層26に同時に溝を形成する転写装置を簡易な構造とすることができる。このように溝を形成した複数の被加工体10をホルダ68に装着し、ホルダ68を略垂直な姿勢で真空槽70内に搬入する。搬入されたホルダ68は図示しない搬送装置により、略垂直な姿勢に保持されて真空槽70内の各加工装置に自動搬送され、複数の被加工体10の両面が同時に加工される。

[0077] まず、アッシング装置44が、図10に示されるように被加工体10の両面の溝底面のレジスト層26を除去する(S102)。尚、レジスト層26は溝以外の領域も除去されるが、溝底面との段差の分だけ残存する。

[0078] 次に、反応性イオンエッチング装置46が、図11に示されるように被加工体10の両面の溝底面の第2のマスク層24を除去する(S104)。尚、この際第1のマスク層22も微量除去される。又、溝以外の領域のレジスト層26も若干除去されるが残存する。尚、第2のマスク層24の加工には、反応性ガスとしてフッ素系ガスを用いているので、反応性ガスとして塩素系ガスを用いる場合のように、水等を用いたウェット洗浄を必ずしも必要せず、後述するようにドライ洗浄で足りる。従って、被加工体10の加工工程を総てドライ工程とすることが可能となり生産効率の向上に寄与する。

[0079] 次に、反応性イオンエッチング装置48が、被加工体10の両面の溝底面の第1のマスク層22を除去すると共に、図12に示されるように被加工体10の両面の溝以外の領域のレジスト層26を除去する(S106)。又、溝以外の領域の第2のマスク層24も若干除去されるが大部分が残存する。第1のマスク層22は材料がDLC、レジスト層26は材料が樹脂のレジスト材料であり、いずれも酸素を反応ガスとする反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが高いので、このように、溝底面の第1のマスク層22の除去及び溝以外の領域のレジスト層26の除去を同時に行うことができ、生産効率が良い。

[0080] 尚、酸素を反応ガスとする反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが低いケイ素を材料とする第2のマスク層24が第1のマスク層22の上に形成されているので、溝以外の領域の第1のマスク層22は良好な形状で残存する。

[0081] このように、第1のマスク層22及び第2のマスク層24の2層のマスク層を設けること

で、マスク材料、反応ガスの種類の選択幅を広げることができる。

- [0082] 次に、イオンビームエッチング装置50が、図13に示されるように被加工体10の両面の溝底面の連続記録層20を除去し、これにより連続記録層20が多数の分割記録要素31に分割され、分割記録要素31の間に溝部33が形成される(S108)。
- [0083] ここで、溝以外の領域の第2のマスク層24は完全に除去され、溝以外の領域の第1のマスク層22も大部分が除去されるが微量が分割記録要素31の上面に残存する。
- [0084] 第1のマスク層22は材料がDLCであるためイオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20よりも低く、それだけ膜厚が薄くて足りる。又、第2のマスク層24は材料がケイ素であるためイオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20よりも高く、短時間で除去される。尚、レジスト層除去工程、兼第1のマスク層加工工程(S106)において残存できる範囲で第2のマスク層24を極力薄く形成すれば、イオンビームエッチングに対するエッチングレートが連続記録層20と同等又は連続記録層20よりも低い材料を用いた場合も、短時間で第2のマスク層を除去することが可能である。更に、第2のマスク層24上のレジスト層26は既に除去されている。即ち、連続記録層20を被覆する被覆要素は実質的に薄くなっているため、被加工体10の表面の法線に対して傾斜した方向から照射されるイオンビームの陰となる部分が小さく、分割記録要素31の側面のテーパ角をそれだけ抑制することができる。
- [0085] 又、連続記録層20を被覆する被覆要素が薄いため、イオンビームエッチングにおいて被覆要素の側面の再付着物がそれだけ少なく、分割記録要素31の周縁部におけるエッジ状の段部の発生を防止又は低減することができる。尚、分割記録要素31上の第1のマスク層22の残存量が極力少なくなるように第1のマスク層の膜厚、イオンビームエッチングの設定条件等を調整すれば、それだけ第1のマスク層の側面の再付着物を低減し、分割記録要素31の周縁部におけるエッジ状の突起の発生を更に抑制することができる。
- [0086] 又、イオンビームエッチングは、反応性イオンエッチングに対し、加工精度が被加工体10の形状に依存しにくく、複数の被加工体10の全領域を均一に高精度で加工す



ることができる。

[0087] 又、イオンビームエッチングは、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングよりも加工温度が低いので過度の加熱による分割記録要素31の磁氣的劣化を防止又は低減することができる。

[0088] 更に、イオンビームエッチングは加工温度が低いので、被加工体10の非加工面側に冷媒を供給する冷却機構が不要である。言い換えればイオンビームエッチングを用いることで被加工体10の両面の連続記録層20を同時に加工することができる。

[0089] 又、イオンビームエッチングは、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングよりも磁性材料に対するエッチングの進行が速く、微細なパターンに対するエッチング速度の形状依存性が低い為、生産効率がよい。

[0090] 尚、連続記録層20の加工において、配向層18も若干除去されうる。

[0091] 次に、アッシング装置52が、被加工体10の両面の分割記録要素31上に残存する第1のマスキング層22を、図14に示されるように完全に除去する(S110)。

[0092] ここで、ドライ工程洗浄装置54を用いて被加工体10の両面の分割記録要素31の表面の異物を除去する(S112)。

[0093] 次に、図15に示されるように、隔膜形成装置56が、被加工体10の両面の分割記録要素31にDLCの隔膜38を1〜20nmの厚さで成膜し(S114)、更に非磁性体充填装置58が、被加工体10の両面の分割記録要素31の間の溝部33に非磁性体32を充填する(S116)。ここで、非磁性体32は隔膜38を完全に被覆するように成膜する。尚、分割記録要素31は隔膜38で被覆・保護されているので、非磁性体32のバイアスパッタリングにより劣化することがない。

[0094] 次に、平坦化装置60が、被加工体10の両面の非磁性体32を、図16に示されるように分割記録要素31の上面まで除去し、分割記録要素31及び非磁性体32の表面を平坦化する(S118)。この際、高精度な平坦化を行うためにはArイオンの入射角は $-10^{\circ}$ 〜 $15^{\circ}$ の範囲とすることが好ましい。一方、非磁性体充填工程で分割記録要素31及び非磁性体32の表面の良好な平坦性が得られていれば、Arイオンの入射角は $30^{\circ}$ 〜 $90^{\circ}$ の範囲とするとよい。このようにすることで、加工速度が速くなり、生産効率を高めることができる。ここで「入射角」とは、被加工体の表面に対する入射角度で

あって、被加工体の表面とイオンビームの中心軸とが形成する角度という意義で用いることとする。例えば、イオンビームの中心軸が被加工体の表面と平行である場合、入射角は $0^{\circ}$ である。尚、分割記録要素31上の隔膜38は完全に除去してもよいし、一部を残してもよいが、分割記録要素31の上面の非磁性体32は完全に除去する。

- [0095] 次に、保護層形成装置62が、CVD法により被加工体10の両面の分割記録要素31及び非磁性体32の上面に1〜5nmの厚さでDLCの保護層34を形成する(S120)。ここで、ホルダ68を真空槽70から搬出し、ホルダ68から各被加工体10を取外す。
- [0096] 更に、潤滑層形成装置64を用いてディッピングにより各被加工体10の両面の保護層34の上に1〜2nmの厚さでPFPEの潤滑層36を塗布する(S122)。これにより、前記図2に示される磁気記録媒体30が完成する。
- [0097] 以上のように、被加工体10は製造過程で両面が同時に加工されるので、両面における温度分布、応力のバランスが均一に保たれ、反りが抑制される。
- [0098] 又、連続記録層20は被加工物の形状依存性が低いイオンビームエッチングを用いて加工されるので、被加工体10における部位によらず各分割記録要素31は良好な形状に均一に加工されている。尚、連続記録層20上の被覆要素が実質的に薄いので、イオンビームエッチングを用いても分割記録要素31の周縁部には段部が形成されず、又、仮に段部が形成されたとしても無視しうる程度の微小な大きさに抑制される。
- [0099] 又、連続記録層20上の被覆要素が実質的に薄いので、分割記録要素31は側面のテーパ角が小さい良好な形状に加工される。
- [0100] 特に、第1のマスク層は材料がDLCであるので、それだけ膜厚が薄く、分割記録要素の加工精度が高められている。
- [0101] 又、連続記録層20はイオンビームエッチングを用いて加工され、加工温度が抑制されているので、この点でも反りが抑制されると共に分割記録要素31の磁氣的劣化も防止又は低減されている。
- [0102] 又、被加工体10の周囲が真空中に保持された状態で分割記録要素31の形成等が行われるので加工による酸化、腐食等が生じにくく、この点でも分割記録要素31の劣化が防止又は低減されている。

- [0103] 即ち、磁気記録媒体の製造装置40は、磁氣的劣化を抑制しつつ、形状が良好で、良好な磁気特性を有する分割記録要素31を磁気記録媒体30に形成でき、信頼性が高い。
- [0104] 又、被加工体10の両面を同時に加工するので、磁気記録媒体の製造装置40は、生産効率がよい。
- [0105] 更に、磁気記録媒体の製造装置40は、ホルダ68を備え、複数の被加工体10を同時に加工するので、生産効率が一層高められている。
- [0106] 尚、連続記録層20の加工温度が高い場合、磁氣的劣化を制限するために冷却機構が必要である一方、前述のように複数の被加工体を同時に加工する場合、スペース、加工精度等の事情によりESC（静電チャック）やバイアス印加機構を備えた冷却機構を設けること自体が困難であるが、連続記録層20の加工にイオンビームエッチングを用いることで連続記録層20の加工温度を低減することができ、冷却機構の設置が不要となる。これにより、複数の被加工体を同時に高精度で加工することが可能となり、効率よくディスクリットタイプの磁気記録媒体を量産することができる。
- [0107] 又、総ての工程がドライ工程であるのでウェット工程とドライ工程とを併用する製造工程に対して被加工体の搬送等が容易であり、磁気記録媒体の製造装置40はこの点でも生産効率が高められている。
- [0108] 尚、本実施形態において、レジスト層26のインプリント工程から保護層34の形成工程までの加工工程において、被加工体10の両面を同時に加工しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、これらのうちの一部の加工工程で両面を同時に加工すれば、他の加工工程で被加工体10を片面ずつ順次加工しても、磁気記録媒体30の反りを抑制し、生産効率を高める一定の効果が得られることは言うまでもない。
- [0109] 一方、ガラス基板12に、連続記録層20、第1のマスク層22、第2のマスク層24、レジスト層26等を成膜する工程についても、両面の成膜を同時に行う構成の成膜装置を用いれば、磁気記録媒体30の反りを更に抑制し、生産効率を更に高めることができる。
- [0110] 更に、潤滑層36の形成する潤滑工程についても両面の潤滑層36を同時に形成すれば、磁気記録媒体30の反りを一層抑制し、生産効率を一層高めることができる。

- [0111] 又、本実施形態において、磁気記録媒体の製造装置40は、ホルダ68を備え、複数の被加工体10を同時に加工しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、被加工体10を1個ずつ加工するようにしてもよい。この場合も、被加工体10の両面を同時に加工することで、磁気記録媒体30の反りを抑制し、生産効率を高める効果が得られる。
- [0112] 又、本実施形態において、第1のマスク層22の材料としてDLCを用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、イオンビームエッチングに対するエッチングレートが低い材料であれば第1のマスク層22の材料は他の材料としてもよい。
- [0113] 又、本実施形態において、第1のマスク層22及び第2のマスク層24の2層のマスク層を連続記録層20上に形成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、エッチング条件を適宜設定し、第1のマスク層22の材料としてイオンビームエッチングに対するエッチングレートが低く、且つ、レジスト層除去工程に対するエッチングレートが低い材料を選択すれば、第2のマスク層は省略し、1層構造のマスク層としてもよい。
- [0114] 又、本実施形態において、連続記録層加工工程の前に反応性イオンエッチングを用いて溝以外の領域に残存するレジスト層26を除去しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のドライエッチングの手法を用いてレジスト層26を除去してもよく、又、溶解液中でレジスト層を溶解させて除去するようにしてもよい。この場合、第1のマスク層22の材料として該溶解液に対するエッチングレートが低い材料を選択すれば、第2のマスク層は省略し、1層構造のマスク層としてもよい。
- [0115] 又、本実施形態において、イオンビームエッチングを用いて両面の連続記録層20を同時に加工しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば反応性イオンエッチング等の他のドライエッチングの手法を用いて両面の連続記録層20を同時に加工してもよい。尚、この場合、加工温度をできるだけ低くできる手法を選択することが好ましい。
- [0116] 又、本実施形態において、連続記録層20の加工の後に、第1のマスク層22を除去しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、第1のマスク層22を除去することなく保護層34の一部として活用してもよい。

- [0117] 又、本実施形態において、連続記録層20の下に下地層14、軟磁性層16が形成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、連続記録層20の下の層の構成は、磁気記録媒体の種類に応じて適宜変更すればよい。例えば、下地層14、軟磁性層16のいずれか一方を省略してもよい。又、基板上に連続記録層を直接形成してもよい。
- [0118] 又、本実施形態において、磁性薄膜層16の材質はCoCr合金とされているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、鉄属元素(Co、Fe(鉄)、Ni)を含む他の合金、これらの積層体等の他の材質の分割記録層を有する磁気記録媒体の製造にも本発明を適用可能である。
- [0119] 又、本実施形態において、磁気記録媒体30は分割記録要素31がトラックの径方向に微細な間隔で並設した垂直記録型のディスクリットタイプの磁気ディスクであるが、本発明はこれに限定されるものではなく、分割記録要素がトラックの周方向(セクタの方向)に微細な間隔で並設された磁気ディスク、トラックの径方向及び周方向の両方向に微細な間隔で並設された磁気ディスク、分割記録要素が螺旋形状をなす磁気ディスクの製造についても本発明は当然適用可能である。又、MO等の光磁気ディスク、磁気と熱を併用する熱アシスト型の記録ディスク、更に、磁気テープ等ディスク形状以外の他のディスクリットタイプの磁気記録媒体の製造に対しても本発明は適用可能である。
- [0120] 又、本実施形態において、磁気記録媒体の製造装置40は、各工程に応じた個別の加工装置を備えているが、本発明はこれに限定されるものではなく、1台の装置で複数の工程の加工を行うようにしてもよい。例えば、溝底面のレジスト層26を除去する工程と、分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22を除去する工程は、共通のアッシング装置で行うようにしてもよい。又、連続記録層20の加工工程と、分割記録層31及び非磁性体32の平坦化工程はArガスを用いた共通のイオンビームエッチング装置で行うようにしてもよい。又、第2のマスク層24の加工と、第1のマスク層22の加工及びレジスト層26の除去と、を共通の反応性イオンエッチング装置を用いて、反応ガスを換えて行うようにしてもよい。このようにすることで、製造装置のコンパクト化、低コスト化を図ることができる。

## 実施例

- [0121] 上記実施形態により、両面の連続記録層20を同時に加工して磁気記録ディスクを作製した。尚、連続記録層20の厚さは20nm、第1のマスク層22の厚さは10nm、第2のマスク層24の厚さは5nm、レジスト層26の厚さは100nmとした。
- [0122] 第2のマスク層、第1のマスク層、連続記録層の加工における被加工体の加工温度、加工に要した時間は次のとおりであった。
- [0123] 第2のマスク層:50℃以下、約5秒(反応ガスSF<sub>6</sub>)  
第1のマスク層:50℃以下、約10秒(反応ガスO<sub>2</sub>)  
連続記録層 :約120℃以下、約30秒(Arイオンビーム)
- [0124] 磁気記録ディスクは直径が2.5インチであるのに対し、反りが約3μm以下であり、良好なヘッド浮上が得られるレベルに反りが抑制されていることが確認された。
- [0125] 図17は、同磁気記録ディスクの分割記録要素の形状を拡大して示す顕微鏡写真である。各分割記録要素の周縁部にエッジ状の突起は形成されておらず、各分割記録要素の側面のテーパ角も抑制され、良好な形状に加工されていることが確認された。
- [0126] 又、連続記録層における磁気記録ディスクの端部からの距離とエッチングレートとの関係を図18に符号Aを付した曲線で示す。連続記録層のエッチングレートは微小なばらつきはあるものの、端部からの距離の大小により増減する傾向は認められなかった。尚、図18は、エッチングの進行が最も速い部位のエッチングレートを1として、各部位の相対的なエッチングレートを0～1の範囲で示したものであり、エッチングの進行速度の絶対値を示すものではない。
- [0127] 又、レジスト層26、第1のマスク層22、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅(溝幅)を表1に示す。尚、レジスト層26の底面のライン幅及びスペース幅は、レジスト層加工工程(S102)後、且つ、第2のマスク層加工工程(S104)前に測定した。又、第1のマスク層22の底面のライン幅及びスペース幅は、レジスト層除去工程兼第1のマスク層加工工程(S106)後、且つ、連続記録層加工工程(S108)前に測定した。又、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅は、連続記録層加工工程(S108)後、且つ、第1のマスク層除去工程(S

110) 前に測定した。

[0128] 又、図19は、同磁気記録ディスクのMFM像である。濃淡の度合いが異なる微細な斑点状の領域が均一に混在しており、磁気特性が良好であることが確認された。

[0129] [表1]

	実施例		比較例 1	
	ライン幅 (nm)	スペース幅 (nm)	ライン幅 (nm)	スペース幅 (nm)
レジスト層底面	7 5	7 5	7 5	7 5
第 1 のマスク層底面	7 8	7 2	9 2	5 8
分割記録要素底面	8 0	7 0	1 0 1	4 9

[0130] [比較例]

上記実施例に対し、COガス等を反応ガスとする反応性イオンエッチングで連続記録層を片面ずつ加工した。第1のマスク層の材料はTa、厚さは25nmとし、SF<sub>6</sub>ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングで加工した。尚、分割記録要素31上に残存する第1のマスク層22もSF<sub>6</sub>ガスを反応ガスとするアッシングにより除去した。又、第2のマスク層の材料はNi、厚さは10nmとし、イオンビームエッチングで加工した。尚、反応性イオンエッチングでは、冷却機構を用いて被加工体を冷却し、被加工体10を1個ずつ加工した。他の条件は上記実施例と同様とした。

[0131] 第2のマスク層、第1のマスク層、連続記録層の加工における被加工体の加工温度、加工に要した時間は次のとおりであった。

[0132] 第2のマスク層：約90℃、約30秒(Arイオンビーム)

第1のマスク層：120℃以下、約20秒(反応ガスSF<sub>6</sub>)

連続記録層 : 250〜300℃、約60秒(反応ガスCO等)

[0133] 磁気記録ディスクは直径が2.5インチであるのに対し、反りが約10μmであった。

[0134] 連続記録層における磁気記録ディスクの端部からの距離とエッチングレートとの関係を図18に符号Bを付した曲線で示す。連続記録層のエッチングレートは端部に近いほど増大する傾向があることが確認された。即ち、被加工体の端部で他部よりもエッチングレートが大きく、加工寸法のばらつきが大きくなるため、例えば端部近傍の領域を磁気記録領域として使用できないことがあり、それだけ記録容量が低下すること

となる。

- [0135] 又、レジスト層26、第1のマスク層22、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のライン幅及びスペース幅(溝幅)を表1に示す。
- [0136] 又、図20は、同磁気記録ディスクのMFM像である。濃淡の度合いが異なる微細な領域が混在しているが一部は分割記録要素の周縁に沿って連続する線のような形状になっており、磁氣的な劣化が生じていることが確認された。
- [0137] 即ち、実施例の磁気記録ディスクは比較例の磁気記録ディスクに対し、反りが大幅に抑制されていることが確認された。又、実施例の磁気記録ディスクは比較例の磁気記録ディスクに対し、磁気特性が良好であることが確認された。これは実施例が比較例に対し、各マスク層、連続記録層の加工に要する時間が短く、加工温度が低いためであると考えられる。尚、前述のように比較例は連続記録層加工工程で冷却機構を用いて加工温度を抑制しており、仮に実施例と同様に冷却機構を用いずに反応性イオンエッチングで連続記録層を加工した場合、加工温度は更に上昇し、比較例の磁気記録ディスクの磁氣的劣化は更に増大すると考えられる。
- [0138] 又、実施例の磁気記録ディスクは比較例の磁気記録ディスクに対し、分割記録要素の形状が安定しており、部位による形状のばらつきが小さかった。これは、実施例が比較例よりも、部位による連続記録層のエッチングレートのばらつきが小さいためであると考えられる。
- [0139] 又、表1に示されるように、実施例は比較例に対し、レジスト層26の底面のスペース幅が等しいにも拘らず、連続記録層20(分割記録要素31)の底面のスペース幅が大きかった。即ち、実施例は比較例よりも、転写精度が良好であった。これは、実施例は第1のマスク層22の材料としてDLCを用い、第2のマスク層24の材料としてSiを用いているため、比較例よりも、第1のマスク層22、第2のマスク層24の膜厚が薄くでき、被加工部側面のテーパ角が抑制されたためであると考えられる。

#### 産業上の利用可能性

- [0140] 本発明は、基板両面に分割記録層が形成された磁気記録媒体の製造に利用できる。



### 請求の範囲

- [1] 基板両面に連続記録層が形成された被加工体を加工し、多数の分割記録要素で構成された分割記録層を前記基板両面に形成する磁気記録媒体の製造方法であって、
- 前記被加工体の両面を同時に加工する加工工程を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [2] 請求項1において、
- 前記被加工体は前記基板両面に前記連続記録層、マスク層及びレジスト層をこの順で形成してなる構成として、前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するレジスト層加工工程と、該レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するマスク層加工工程と、該マスク層に基づいて前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、前記多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工工程と、を含み、且つ、前記レジスト層加工工程、前記マスク層加工工程及び前記連続記録層加工工程の少なくとも一の工程が前記被加工体の両面を同時に加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [3] 請求項2において、
- 前記レジスト層加工工程は、インプリント法を用いて前記被加工体の両面のレジスト層に前記パターン形状を同時に転写するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [4] 請求項2又は3において、
- 前記連続記録層加工工程は、イオンビームエッチングを用いて前記被加工体の両面の前記連続記録層を同時に加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [5] 請求項2乃至4のいずれかにおいて、
- 前記連続記録層加工工程の前に、前記レジスト層を除去するレジスト層除去工程を設けたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [6] 請求項2乃至5のいずれかにおいて、
- 前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層を成膜する成膜工程を含み、

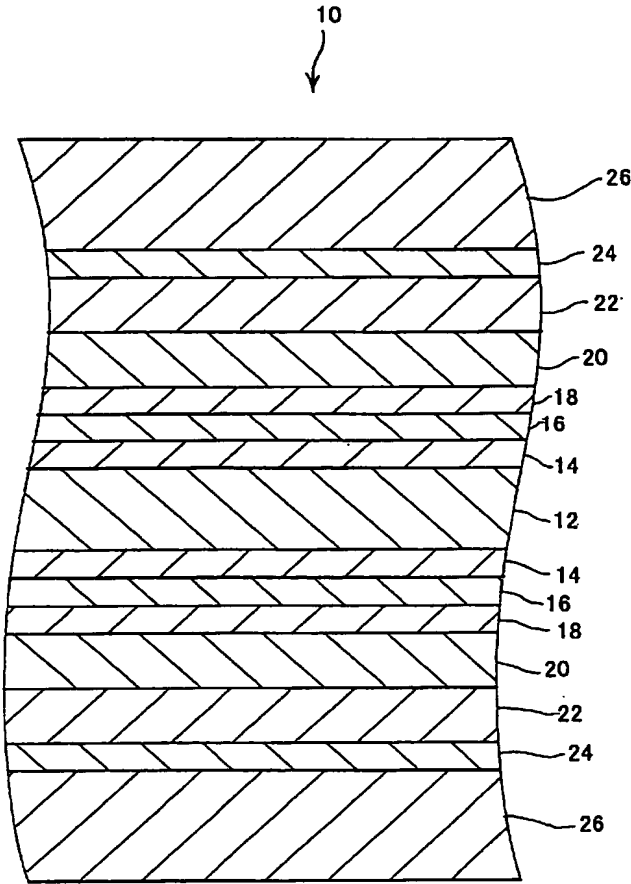
且つ、該成膜工程は前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層の少なくとも一の層を前記基板の両側に同時に成膜するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

- [7] 請求項1乃至6のいずれかにおいて、  
複数の前記被加工体を同時に加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [8] 請求項1乃至7のいずれかにおいて、  
総ての加工工程が前記被加工体の両面を同時に加工するようにしたことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [9] 基板両面に連続記録層が形成された被加工体を加工し、多数の分割記録要素で構成された分割記録層を前記基板両面に形成するための磁気記録媒体の製造装置であって、  
前記基板両面を同時に加工するための加工装置を備えることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [10] 請求項9において、  
前記基板両面に連続記録層、マスク層及びレジスト層をこの順で形成してなる被加工体の前記レジスト層を所定のパターン形状に加工するためのレジスト層加工装置と、該レジスト層に基づいて前記マスク層を前記パターン形状に加工するためのマスク層加工装置と、該マスク層に基づいて前記連続記録層を前記パターン形状に加工し、多数の分割記録要素に分割する連続記録層加工装置と、を備え、且つ、前記レジスト層加工装置、前記マスク層加工装置及び前記連続記録層加工装置の少なくとも一の加工装置は、前記被加工体の両面を同時に加工するように構成されたことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [11] 請求項10において、  
前記レジスト層加工装置は、インプリント法により前記被加工体の両面の前記レジスト層に前記パターンを同時に転写するように構成されたプレス装置であることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [12] 請求項10又は11において、

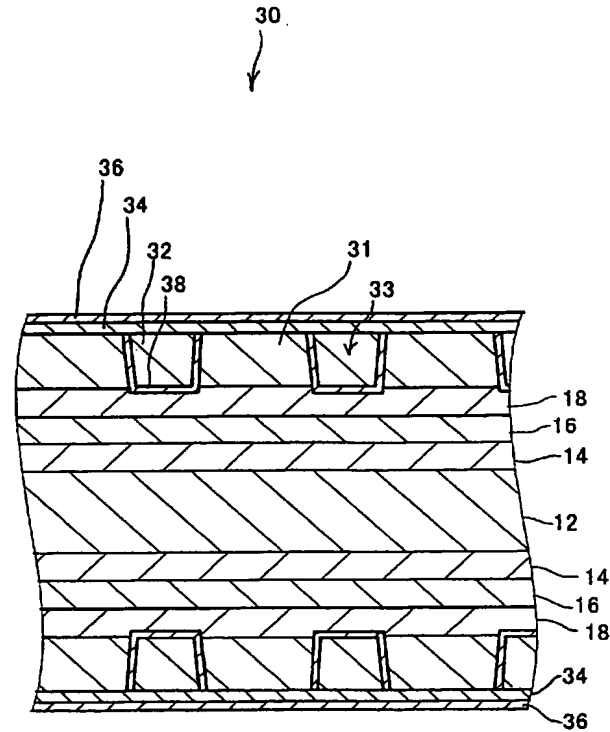
前記連続記録層加工装置は、イオンビームエッチングにより前記被加工体の両面の前記連続記録層を同時に加工するように構成されたイオンビームエッチング装置であることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。

- [13] 請求項10乃至12のいずれかにおいて、  
前記連続記録層、前記マスク層及び前記レジスト層の少なくとも一の層を前記基板の両側に対称的に同時に成膜するための成膜装置を備えることを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [14] 請求項9乃至13のいずれかにおいて、  
複数の前記被加工体を保持するためのホルダを備え、複数の前記被加工体の両面を同時に加工可能とされたことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。
- [15] 請求項9乃至14のいずれかにおいて、  
総ての加工工程において前記被加工体の両面を同時に加工するように構成されたことを特徴とする磁気記録媒体の製造装置。

[図1]

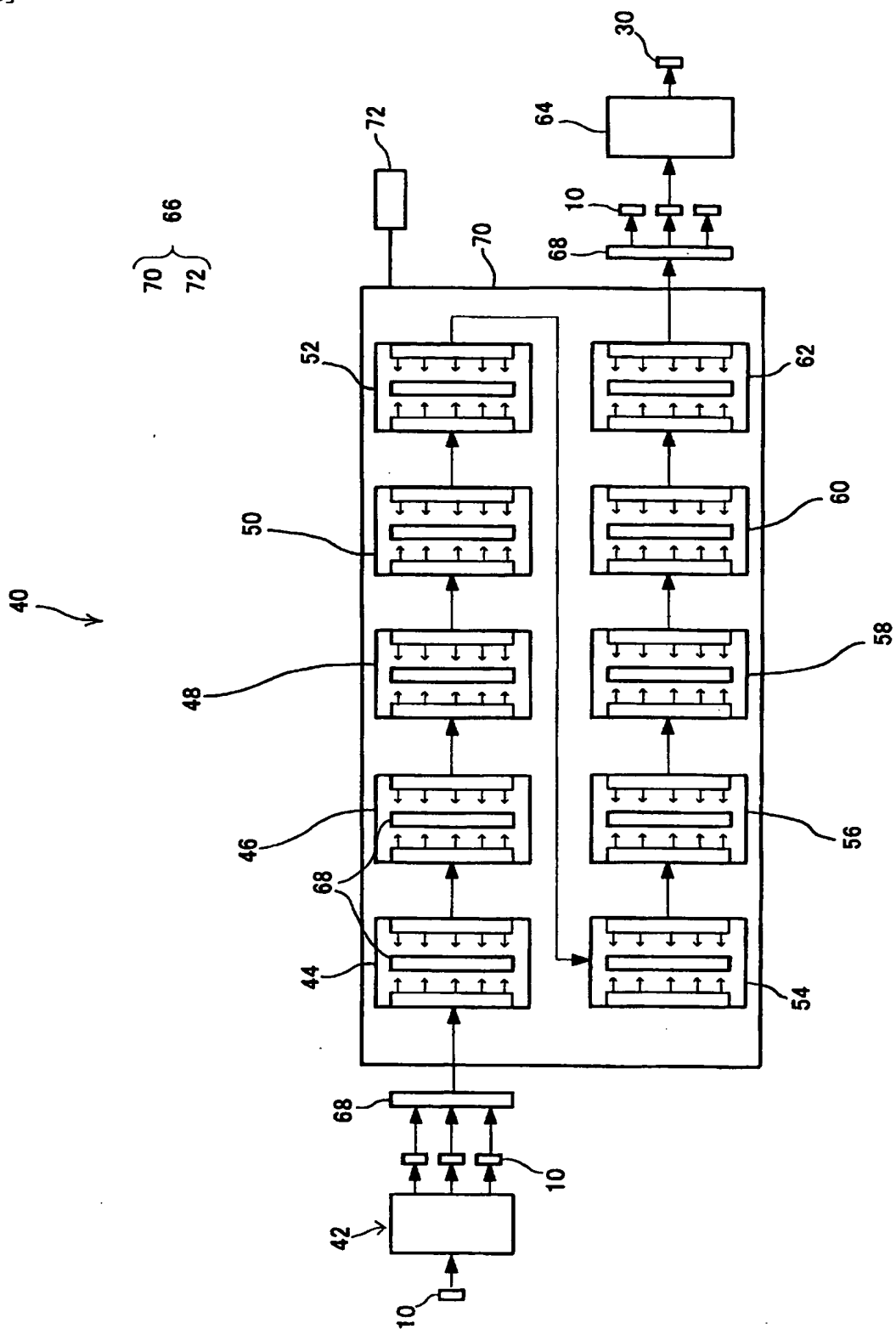


[図2]

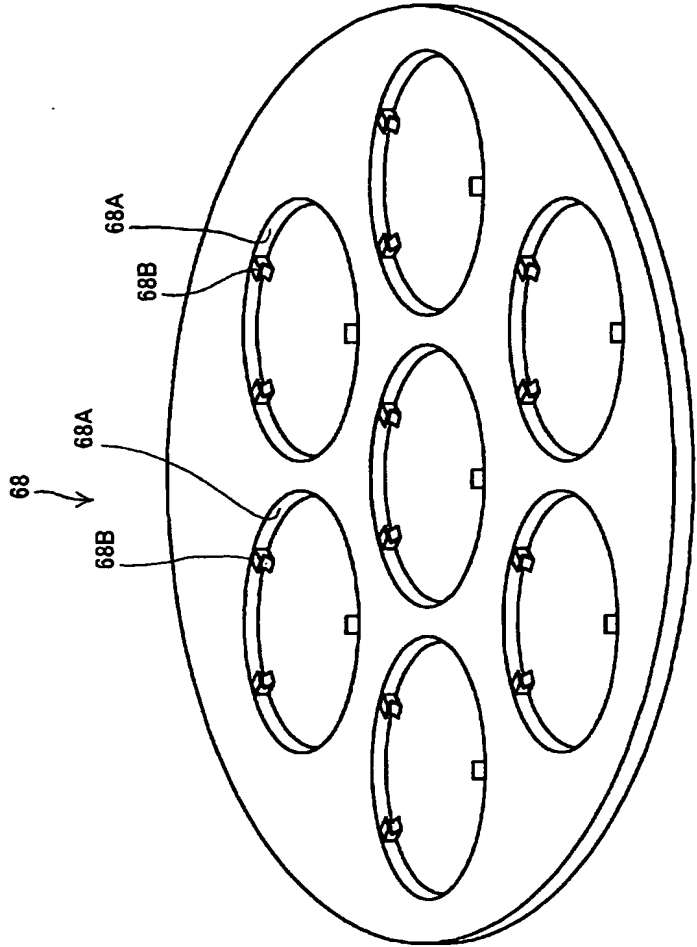


[図3]

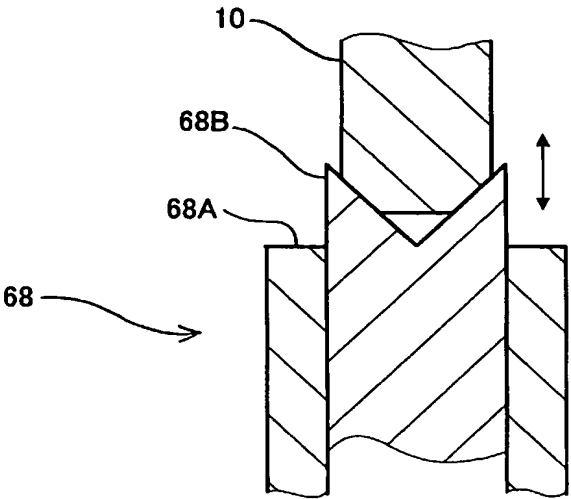
2/13



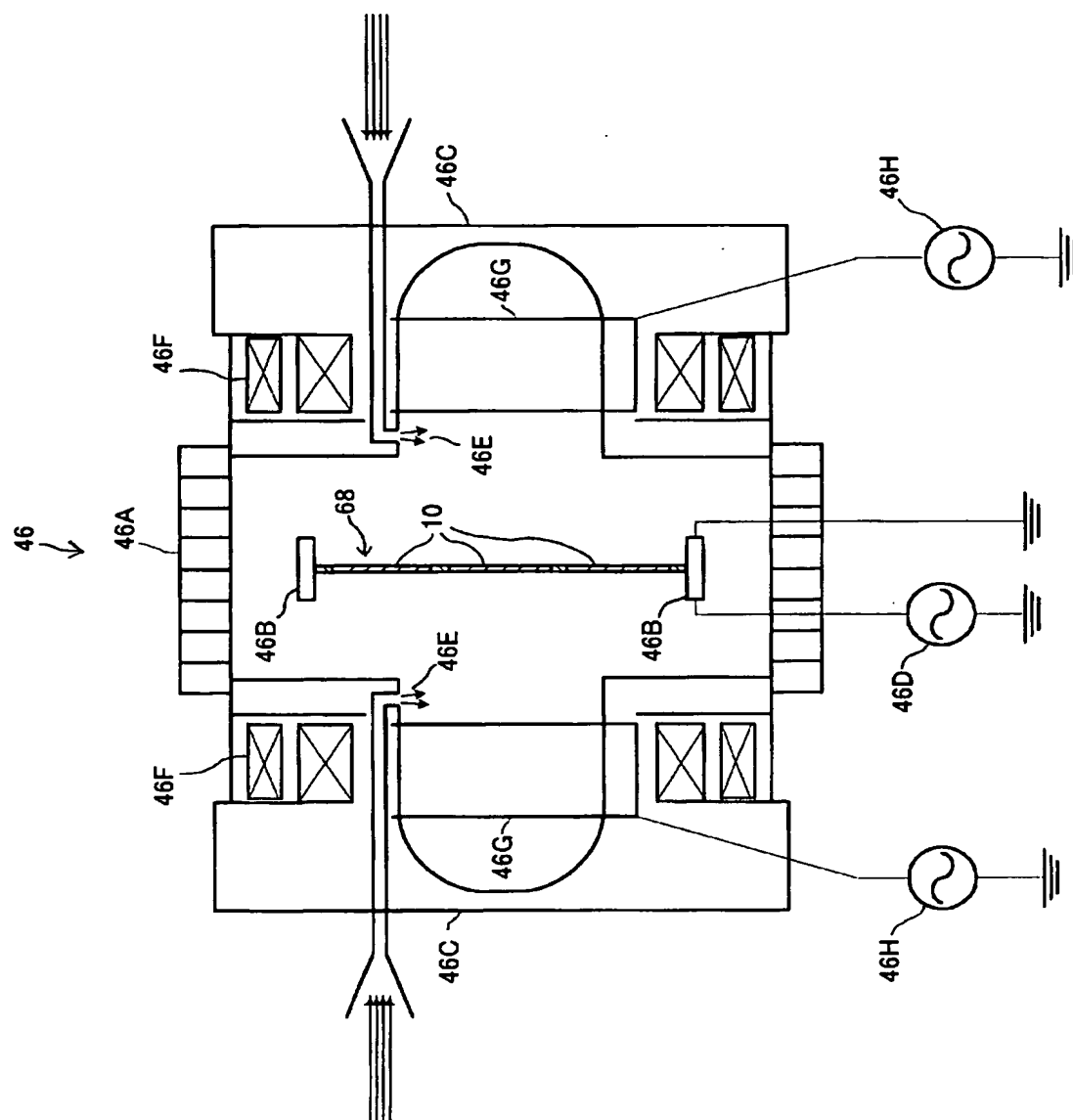
[図4]



[図5]

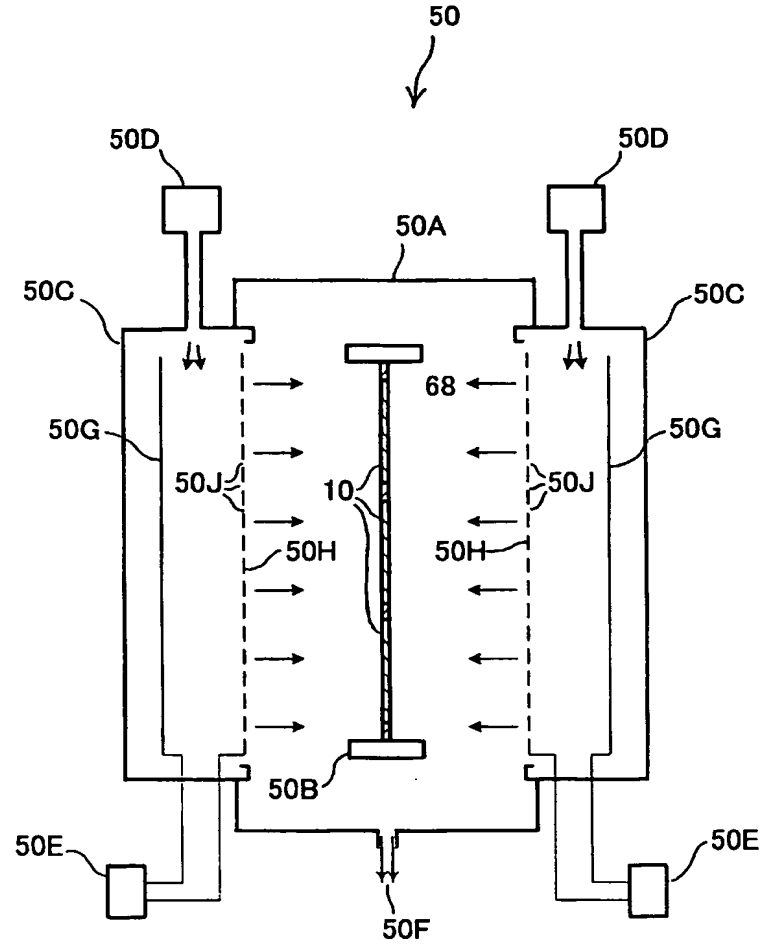


[図6]



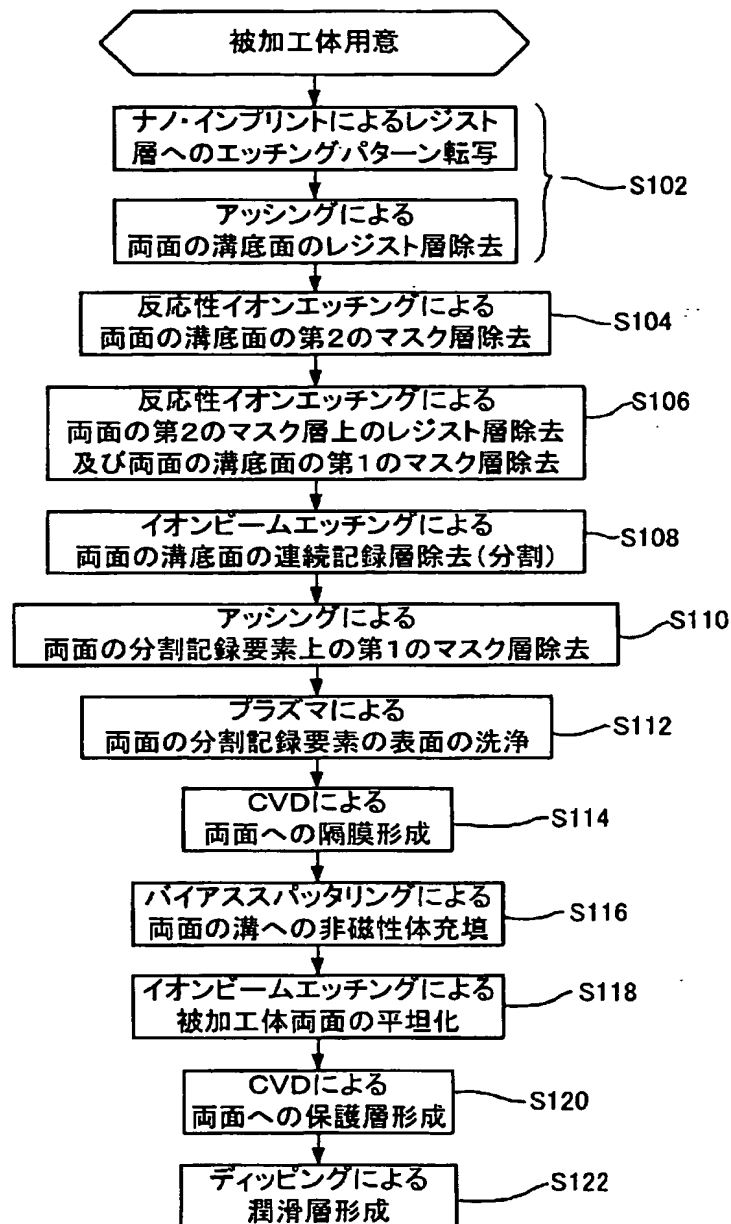
[図7]

5/13

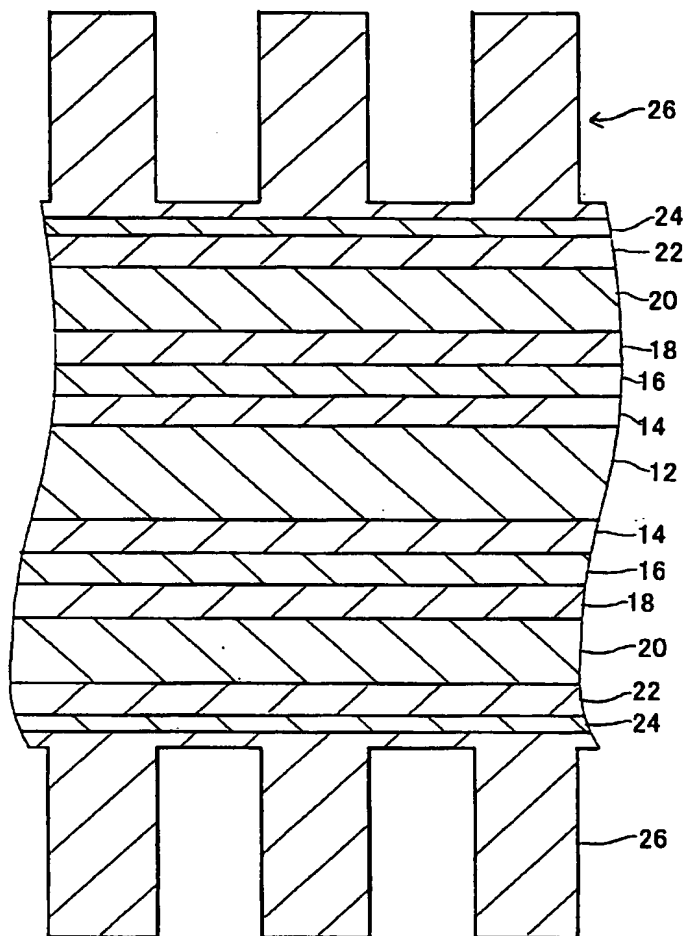




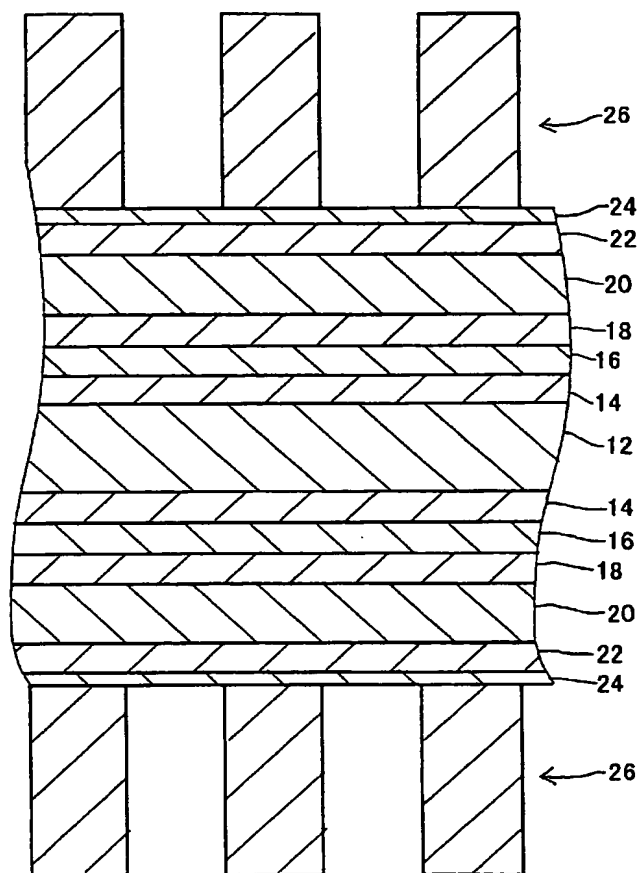
[図8]



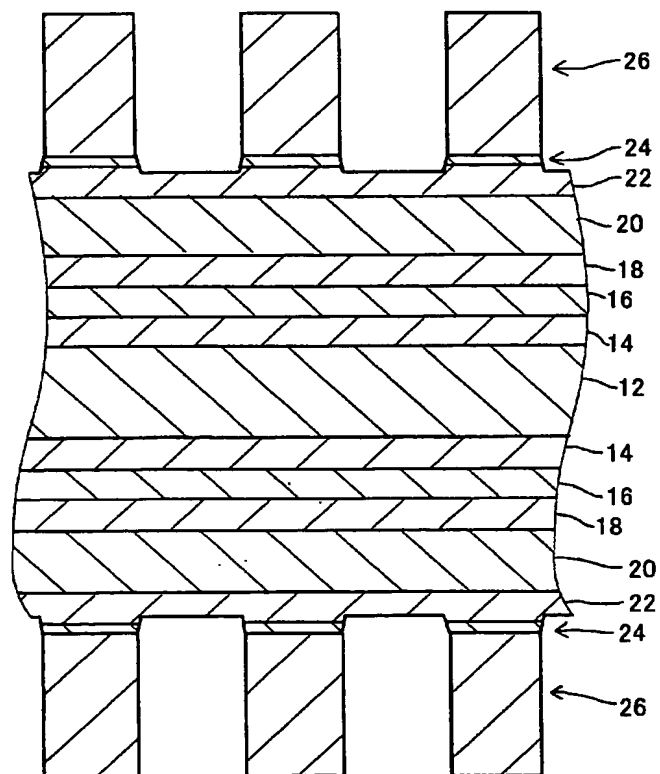
[図9]



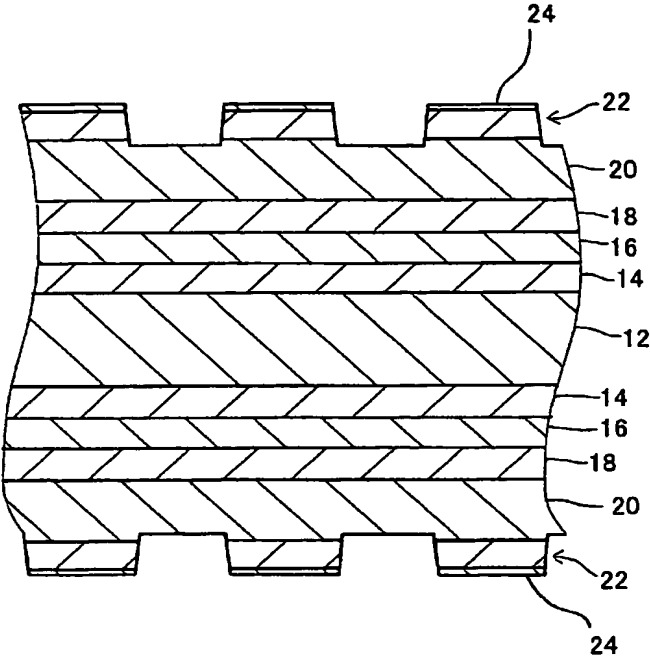
[図10]



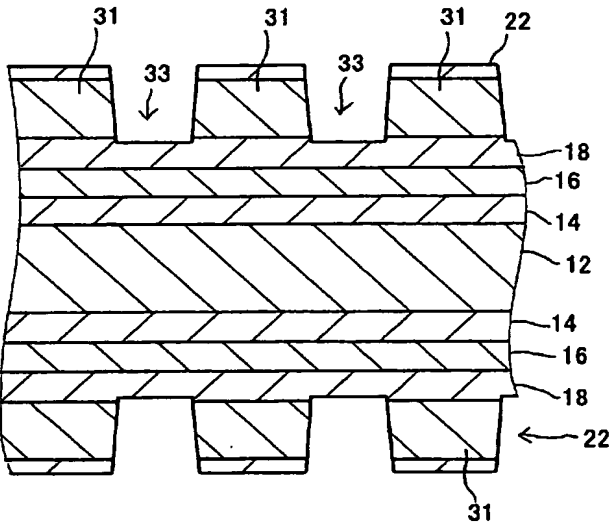
[図11]



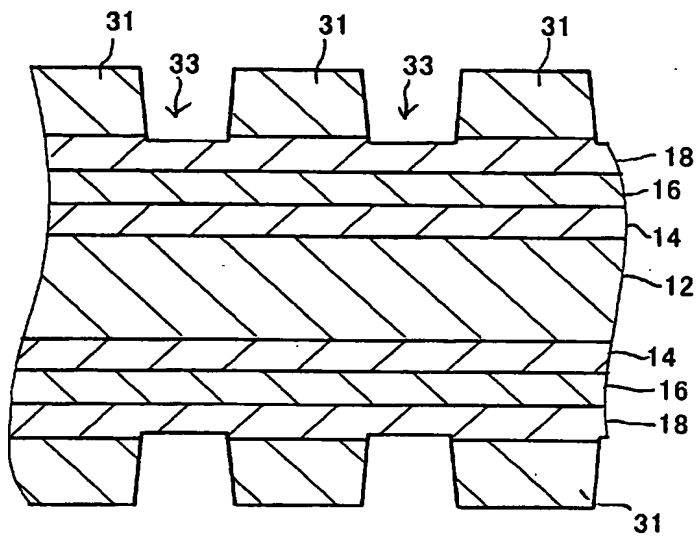
[図12]



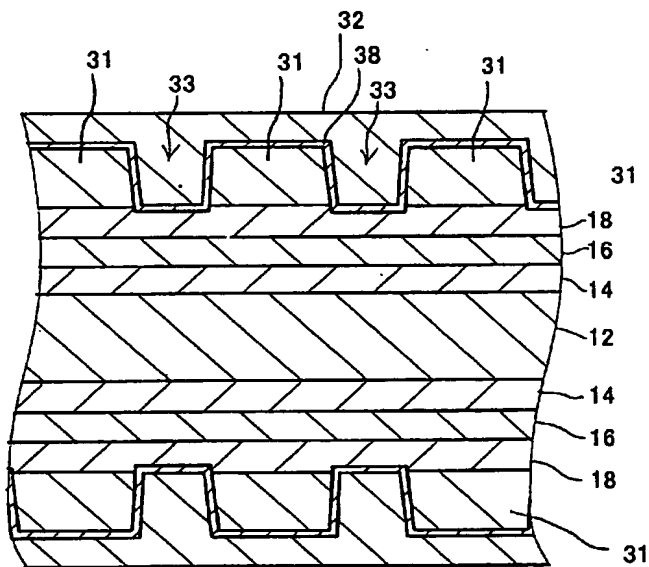
[図13]



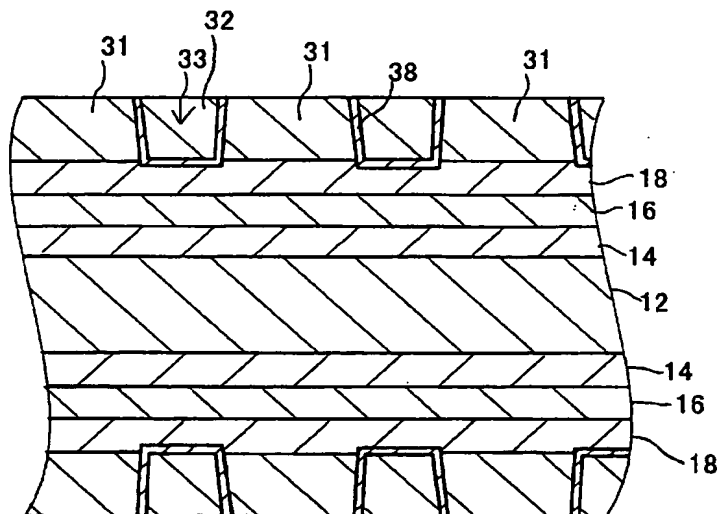
[図14]



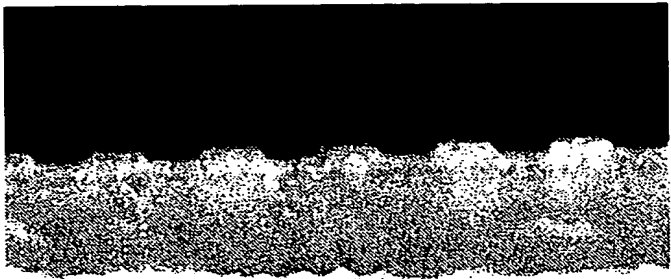
[図15]



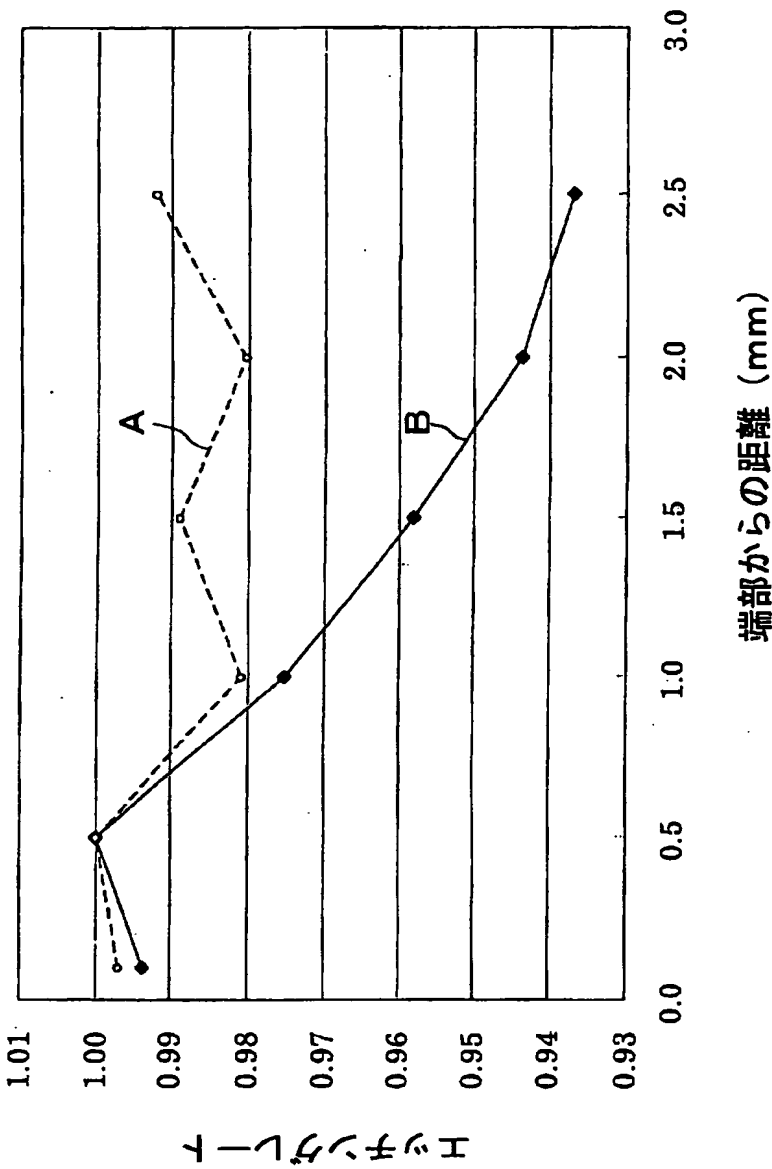
[図16]



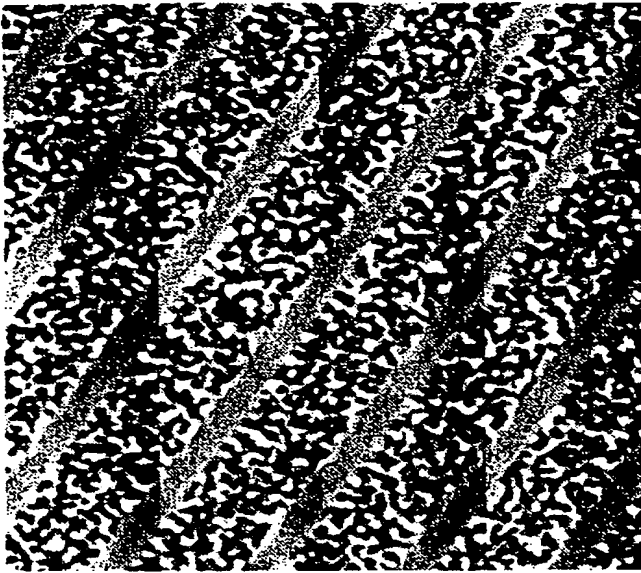
[図17]



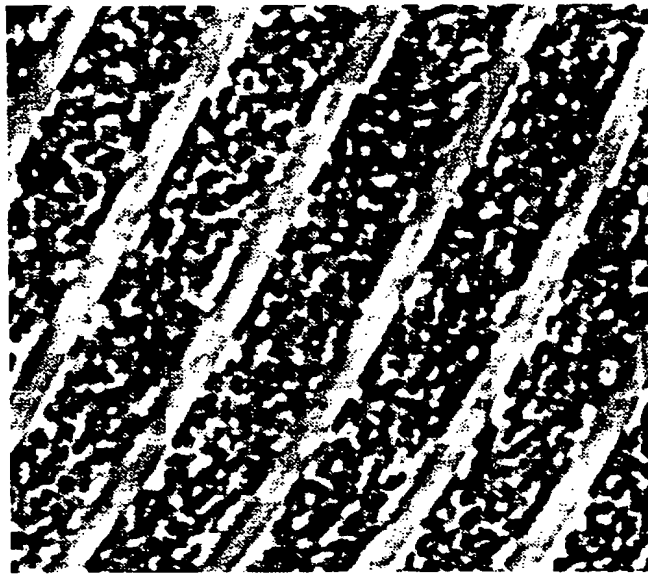
[図18]



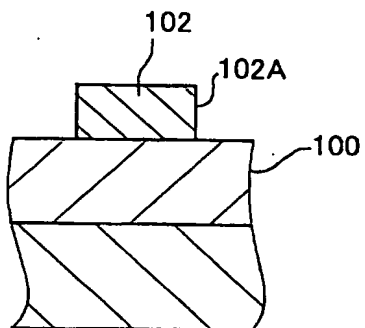
[図19]



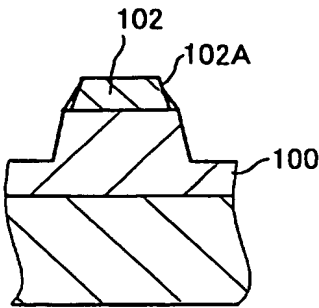
[図20]



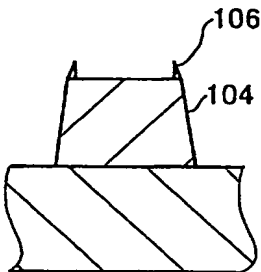
[図21A]



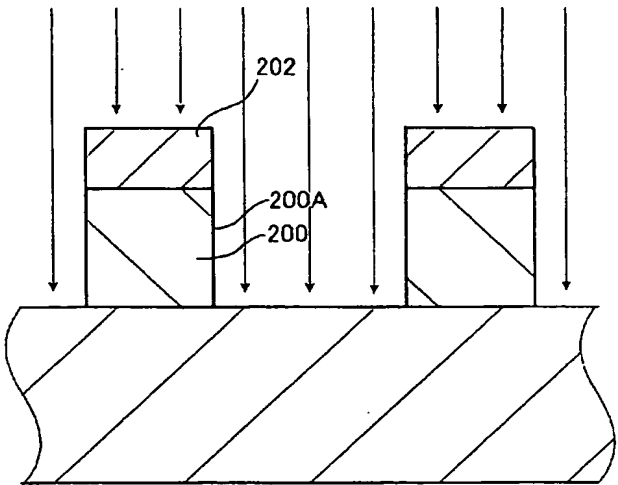
[図21B]



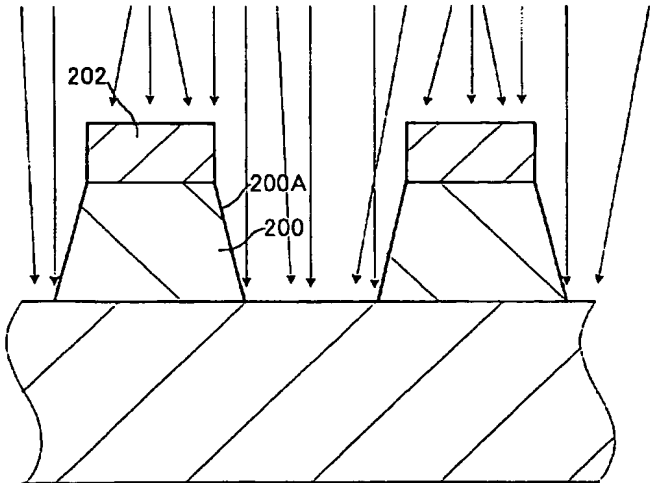
[図21C]



[図22A]



[図22B]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011085

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B5/84, 5/855

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B5/84-5/858, 7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-167420 A (TDK Corp.), 22 June, 2001 (22.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 9-97419 A (Toshiba Corp.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text; all drawings & US 6014296 A	1-15
Y	JP 2003-157520 A (Toshiba Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & US 2003/0127007 A1	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 August, 2004 (26.08.04)

Date of mailing of the international search report  
14 September, 2004 (14.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011085

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-40219 A (Hitachi, Ltd.), 21 February, 1991 (21.02.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 2001-143252 A (Sony Corp.), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 5-28488 A (Sony Corp.), 05 February, 1993 (05.02.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 8-287461 A (Hitachi, Ltd.), 01 November, 1996 (01.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 2001-216633 A (Anelva Corp.), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 6-274868 A (Brother Industries, Ltd.), 30 September, 1994 (30.09.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 9-106584 A (NEC Corp.), 22 April, 1997 (22.04.97), Full text; all drawings & US 6228562 B1	5
Y	JP 2001-243665 A (Canon Inc.), 07 September, 2001 (07.09.01), Full text; all drawings & US 6653057 B1	5
Y	JP 61-240452 A (Eastman Kodak Co.), 25 October, 1986 (25.10.86), Full text; all drawings & WO 86/06203 A1 & US 4632898 A	5
Y	JP 57-30130 A (Hitachi, Ltd.), 18 February, 1982 (18.02.82), Full text; all drawings (Family: none)	5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/84, 5/855

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/84-5/858, 7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-167420 A (ティーディーケイ株式会社) 2001.06.22 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 9-97419 A (株式会社東芝) 1997.04.08 全文、全図 & US 6014296 A	1-15
Y	JP 2003-157520 A (株式会社東芝) 2003.05.30 全文、全図 & US 2003/0127007 A1	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.08.2004

国際調査報告の発送日

14.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

橘 均憲

5D

3045

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3-40219 A (株式会社日立製作所) 1991. 02. 21 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2001-143252 A (ソニー株式会社) 2001. 05. 25 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 5-28488 A (ソニー株式会社) 1993. 02. 05 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 8-287461 A (株式会社日立製作所) 1996. 11. 01 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2001-216633 A (アネルバ株式会社) 2001. 08. 10 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 6-274868 A (ブラザー工業株式会社) 1994. 09. 30 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 9-106584 A (日本電気株式会社) 1997. 04. 22 全文、全図 & US 6228562 B1	5
Y	JP 2001-243665 A (キャノン株式会社) 2001. 09. 07 全文、全図 & US 6653057 B1	5
Y	JP 61-240452 A (イーストマン・コダック・カンパニー) 1986. 10. 25 全文、全図 & WO 86/06203 A1 & US 4632898 A	5
Y	JP 57-30130 A (株式会社日立製作所) 1982. 02. 18 全文、全図 (ファミリーなし)	5